

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003151592 A**

(43) Date of publication of application: **23.05.03**

(51) Int. Cl. **H01M 8/04**
// H01M 8/10

(21) Application number: **2001343335**

(22) Date of filing: **08.11.01**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor:
FUJITA TATSUYA
NIIMI YASUHIKO
KOTO TAKASHI
MIZUNO HIDEAKI

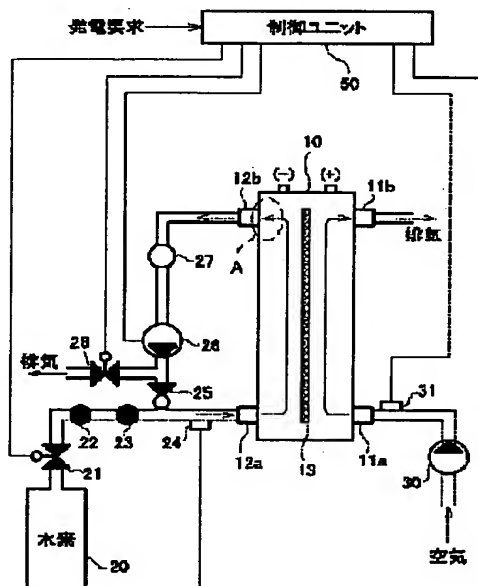
(54) FUEL CELL SYSTEM

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stabilize operation of a fuel cell even when output of a pump provided in a circulation path in a fuel cell system that an anode offgas is circulated is lowered.

SOLUTION: The system is constructed in such a manner that an anode offgas of a fuel cell 10 is circulated by a pump 26. A shut-off valve 28 for controlling the displacement of the anode offgas by opening or closing the valve is provided at a downstream of the pump 26. The open duty of the shut-off valve 28 is increased when the output of the pump 26 is lowered, whereby increase in the concentration of nitrogen and steam in the anode offgas can be avoided to avoid the lowering of generating efficiency in the fuel cell.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-151592

(P2003-151592A)

(43) 公開日 平成15年5月23日 (2003.5.23)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

P 5 H 0 2 6

Y 5 H 0 2 7

// H 0 1 M 8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-343335 (P2001-343335)

(22) 出願日 平成13年11月8日 (2001.11.8)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 藤田 達也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 新美 康彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 110000028

特許業務法人明成国際特許事務所

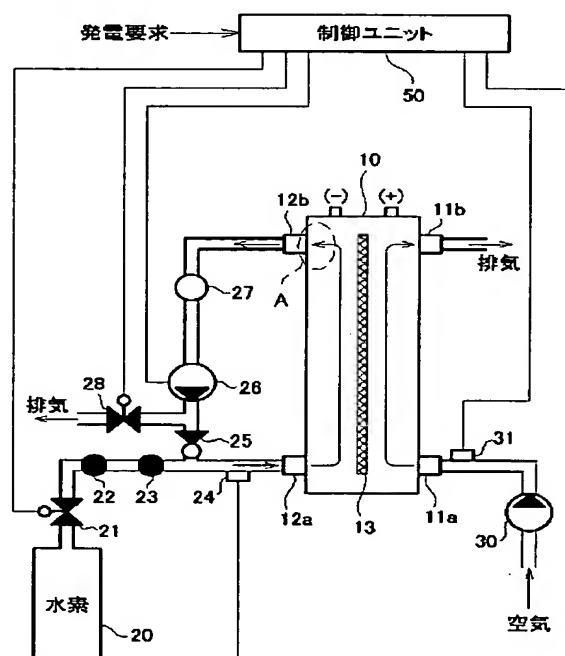
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 アノードオフガスを循環させる燃料電池システムにおいて、循環経路に設けられたポンプの出力が低下した場合でも、燃料電池の運転を安定化させる。

【解決手段】 燃料電池10のアノードオフガスをポンプ26によって循環させるようシステムを構成する。ポンプ26の下流には、アノードオフガスの排気量を開閉制御するためのシャット弁28を設ける。ポンプ26の出力低下時には、シャット弁28の開デューティを増大させる。こうすることにより、アノードオフガス中の窒素および水蒸気の濃度増大を回避することができ、燃料電池の発電効率低下を回避することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池システムであって、
 水素極と酸素極とを備える燃料電池と、
 前記水素極の排出ガスを該水素極に循環させる循環流路
 と、
 該循環流路に設けられた循環ポンプと、
 該排出ガスを前記循環流路外に排出するための連通部
 と、
 該連通部の開閉を制御する連通制御部とを備え、
 該連通制御部は、前記連通部の開閉状態を前記循環ポン
 プの出力に応じて制御する燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の燃料電池システムであ
 って、
 前記連通制御部は、前記循環ポンプの出力低下時には前
 記連通部が開状態となる時間密度を増大させる燃料電池
 システム。

【請求項 3】 請求項 1 記載の燃料電池システムであ
 って、
 前記連通制御部は、更に、前記燃料電池の出力に基づい
 て前記制御を行う燃料電池システム。

【請求項 4】 請求項 3 記載の燃料電池システムであ
 って、
 前記連通制御部は、前記燃料電池の出力の増大時には前
 記連通部が開状態となる時間密度を増大させる燃料電池
 システム。

【請求項 5】 請求項 3 記載の燃料電池システムであ
 って、
 前記連通制御部は、前記燃料電池の出力を表すパラメ
 タとして、該燃料電池への出力要求値、該燃料電池に供
 給されるガスの圧力若しくは流量、前記燃料電池から排
 出されるガスの圧力若しくは流量のうち、少なくとも一
 つを用いて前記制御を行う燃料電池システム。

【請求項 6】 請求項 1 記載の燃料電池システムであ
 って、
 前記循環ポンプの出力、および前記連通部が開状態とな
 る時間密度について、それぞれ実現可能な最大値が予め
 設定された所定値以下となる場合に該燃料電池の運転を
 停止する停止制御手段を備える燃料電池システム。

【請求項 7】 請求項 1～6 いずれか記載の燃料電池シ
 ステムであって、
 前記連通部は、水素を処理することなく前記排出ガスを
 大気に放出する燃料電池システム。

【請求項 8】 燃料電池システムの制御方法であって、
 該燃料電池システムは、
 水素極と酸素極とを備える燃料電池と、
 前記水素極の排出ガスを該水素極に循環させる循環流路
 と、
 該循環流路に設けられた循環ポンプと、
 該排出ガスを前記循環流路外に排出するための連通部と
 を備えており、

該制御方法は、
 前記循環ポンプの出力を検出する工程と、
 前記連通部の開閉状態を前記循環ポンプの出力に応じて
 制御する工程とを備える制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素極からの排出
 ガスを循環させる循環流路を有する燃料電池システムの
 運転方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、水素と酸素の電気化学反応によ
 って発電する燃料電池がエネルギー源として注目されてい
 る。燃料電池では、水素極に供給された水素の一部が未
 反応のまま排出されることがある。水素極の排気（以
 下、アノードオフガスと呼ぶ）に含まれる残留水素を有
 効活用するため、アノードオフガスを循環するシステム
 が提案されている。

【0003】かかるシステムでは、水素極の出口から入
 り口を接続する循環流路を設け、ポンプで強制的にアノ
 ードオフガスを循環させる。循環路には、アノードオフ
 ガスの一部を外気に排出するためのシャットオフバルブ
 が設けられている。アノードオフガス中に含まれる水素
 以外の成分の濃度が高くなった時点で、このシャットオ
 フバルブを定期的に開くことにより、水素極に供給され
 る水素の濃度を適正な状態に維持することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、かかるシス
 テムにおいて、故障などによりポンプの出力が低下した場
 合には、燃料電池の運転効率が急激に低下するなどの弊
 害が生じることが見出された。一般に燃料電池内での圧
 力損失や、水素の消費により、アノードオフガスの圧力
 は比較的低い状態にある。従って、ポンプの出力低下に
 よりアノードオフガスを強制的に循環させることができ
 なくなると、アノードオフガスの循環効率、ひいては燃
 料電池からの排気効率が悪くなる。この結果、アノード
 オフガス中に含まれる水素以外の成分、例えば、水蒸
 気、窒素などの濃度が高くなる。窒素は、酸素極に供給
 された空気の一部が水素極側に漏れることによりアノード
 オフガス中に含有される成分である。水素以外の成分
 濃度の増大は、水素濃度の相対的な低下、ひいては発電
 効率の低下を招く。また、水蒸気の増加は、結露を招
 く。

【0005】本発明は、かかる課題に鑑みてなされたも
 のであり、水素極の排気を循環させるシステムにおい
 て、ポンプの出力低下時にも燃料電池の運転を安定化さ
 せることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本
 発明における燃料電池システムは、水素極と酸素極とを
 備える燃料電池、水素極の排出ガスを水素極に循環させ

る循環流路、循環流路に設けられた循環ポンプ、排出ガスを循環流路外に排出するための連通部を備える。連通部は、循環ポンプの出力に応じて開閉状態が制御される。こうすることにより、循環ポンプの出力に応じて変動する循環効率に応じて連通部を開閉させることができ、排出ガス中の水素以外の成分濃度の増大を回避することができる。この結果、循環ポンプの出力低下時などでも燃料電池システムを安定して運転させることができる。

【0007】連通部は、循環ポンプの出力低下時には連通部が開状態となる時間密度（以下、デューティと呼ぶ）を増大させるよう制御することが好ましい。こうすることにより、循環効率低下時に排出ガスを循環流路外に排出しやすくなり、安定的に燃料電池システムを運転させることができる。デューティは循環ポンプの出力低下に応じて段階的に増大させてもよいし、連続的に増大させてもよい。また、100%デューティ、即ち、完全に開状態としても構わない。但し、排出ガス中の残留水素の有効活用を考慮すると、デューティは必要最低限の値に設定しておくことが好ましい。

【0008】連通部の開閉制御は、循環ポンプの出力に加えて、燃料電池の出力を考慮して制御を行うことが好ましい。排出ガス中に含まれる水素以外の成分の量は、燃料電池の出力と相関があるため、かかる制御により、燃料電池の運転を更に安定させることが可能となる。一例として、燃料電池の出力の増大時には連通部のデューティを増大させることが好ましい。デューティは、段階的に増大させてもよいし、連続的に増大させてもよい。

【0009】燃料電池の出力を考慮する場合には、出力自体をパラメータとする他、燃料電池への出力要求値、燃料電池に供給されるガスの圧力若しくは流量、燃料電池から排出されるガスの圧力若しくは流量などを用いることができる。

【0010】本発明の燃料電池システムにおいては、循環ポンプの出力、および連通部が開状態となる時間密度について、それぞれ実現可能な最大値が予め設定された所定値以下となる場合には運転を停止することが好ましい。例えば、故障などにより循環ポンプの出力が低下すると共に、連通部を十分なデューティで開くことができなくなった場合が相当する。かかる場合には、水素極の排出ガスを効率的に循環流路外に排出することができなくなる。このような状況下では、燃料電池の運転を停止することにより、結露等による燃料電池への損傷を抑制することができる。

【0011】運転停止の判断基準となる所定値は、循環ポンプの出力、連通部のデューティのそれぞれについて独立に設定してもよいし、両者を関連づけて設定してもよい。後者の態様では、例えば、循環ポンプの出力に応じて連通部のデューティの所定値が変動する態様が考えられる。このように両者を関連づけて設定することによ

り、燃料電池の運転を広く確保しつつ、結露などの弊害を抑制することができる。

【0012】本発明は、排出ガス中の水素が処理されずに連通部から大気中に放出される構成において有用性が高い。かかる場合には、連通部のデューティを制御することにより、大気中に排出される未処理の水素の量を抑制しつつ、燃料電池の運転の安定化を図ることができるからである。

【0013】本発明は、燃料電池システムその他、燃料電池システムの制御方法など種々の態様で構成することができる。上述した特徴点は、適宜、組み合わせたり一部を省略したりすることが可能である。

【0014】

【発明の実施の形態】 A. システム構成：

B. 燃料電池運転制御処理：

C. 効果：

D. 変形例：

【0015】 A. システム構成：図1は実施例としての燃料電池システムの概略構成を示す説明図である。燃料電池10は、水素と空気中の酸素の電気化学反応によって発電する。酸素極（以下、カソードと呼ぶ）では、供給口11aからポンプ30によって空気が供給され、排出口11bから排気される。水素極（以下、アノードと呼ぶ）では、供給口12aから水素が供給され、排出口12bから排出される。

【0016】燃料電池10は、種々のタイプを適用可能であるが、本実施例では、固体高分子膜型を利用した。燃料電池10の内部の状態を模式的に示す。水素と酸素の流路は、電解質膜13によって分離されている。水素極からプロトンがこの電解質膜13の内部をカソード側に運ばれ、空気中の酸素と結びついて水を生成することにより、発電が行われる。水素および酸素の流路は、種々の構成が可能であるが、原理的にはこの模式図と同じである。

【0017】アノードでは、上述の通り、水素が消費されるため、排出口12bから排出されるガス（以下、アノードオフガスと呼ぶ）の圧力は比較的低くなる。アノードオフガスには、未消化の残留水素、カソードからアノード側に漏れてくる空気中の窒素、電解質膜13の加湿に利用される水蒸気などが含まれる。

【0018】アノード側の配管構造について説明する。アノードの供給口12aには、水素タンク20から水素が供給される。水素を供給するための供給管には、供給量を調整するためのバルブ21、圧力を調整するためのレギュレータ22、23が設けられている。

【0019】排出口12bから排出されたアノードオフガスは、凝縮器27によって、気液分離された後、ポンプ26によって供給口12aに循環される。供給官との連結部分には、逆止弁25が設けられており、水素タンク20からの水素の逆流を防止する。アノードオフガス

10

20

30

40

50

を循環することにより、残留水素を有効活用することができる。

【0020】アノードオフガスの流路には、供給口12aへの循環流路の他、外部への排出用の流路も設けられている。排出用の流路には、電磁的に開閉可能なシャット弁28が設けられている。シャット弁28が開いている場合には、アノードオフガスは外部に排気され、閉じている場合には、供給口12aに循環される。アノードオフガスには、残留水素のみならず窒素や水蒸気も含まれている。窒素および水蒸気は発電時に消費されないため、アノードオフガスを長期間に亘って循環させ続けると、これらの成分濃度が高くなり、相対的に水素濃度が低減する。シャット弁28を開くことにより、窒素および水蒸気の濃度を低減させることができ、水素濃度の低下に起因する発電効率低下を回避することができる。シャット弁28を開けている間は、アノードオフガスの残留水素も排出されるから、水素消費量の抑制という観点からは、シャット弁28の開度は抑制することが好ましい。

【0021】燃料電池システムの動作は、制御ユニット50によって制御される。制御ユニット50は、内部にCPU、メモリ等を備えたマイクロコンピュータとして構成されている。制御ユニット50には、制御に必要な種々の入出力が行われる。図中では、その一部を例示した。制御を実現するため、制御ユニット50に入力される信号としては、例えば、外部からの発電要求、ポンプ26の稼働状態、空気および水素の供給量を検出する流量センサ31、24が含まれる。流量センサ31、24は圧力センサに置き換えてもよい。制御ユニット50からの出力信号としては、例えば、バルブ21およびシャット弁28の開閉を制御するための信号が含まれる。

【0022】B. 燃料電池運転制御処理：図2は燃料電池運転制御処理のフローチャートである。制御ユニット50が所定のタイミングで繰り返し実行する処理である。この処理が開始されると、制御ユニット50は、外部からの発電要求を入力し（ステップS10）、これに応じて、燃料電池10に供給すべき空気および水素の供給量を設定する（ステップS11）。この設定は、例えば、発電要求と供給量とを対応づけたマップを参照することにより行うことができる。

【0023】次に、制御ユニット50は、ポンプ26の動作状態を確認し、異常がある場合にはその出力を制限する（ステップS12、S13）。異常は、ポンプ26からの出力および温度の監視などによって判断することができる。出力の制限は必ずしも積極的に行う必要はなく、ステップS12、S13の処理を省略してもよい。

【0024】制御ユニット50は、ポンプ26の出力および空気流量を検出し（ステップS14）、シャット弁28の開デューティを設定する（ステップS15）。開デューティとは、シャット弁28が開いている時間密度

を意味する。

【0025】図3は開デューティを与えるマップ例を示す説明図である。開デューティは、このマップを参照することで設定される。シャット弁28の開デューティは、空気流量、ポンプ26によって変化する。空気流量が増大する程、開デューティが増大する。また、ポンプ出力が低下する程、開デューティが増大する。例えば、空気流量がAfで一定の場合、ポンプ26が正常の時には開デューティは比較的小さい値Daとなり、停止している時には開デューティは比較的大きい値Dbとなる。

【0026】まず、開デューティと空気流量との関係について説明する。先に説明した通り、シャット弁28は、アノードオフガスを外部に排気し、窒素および水蒸気の濃度を低減するために開かれる。これらの成分量は、燃料電池10に供給される空気流量と相関があるため、空気流量の増大に応じて開デューティを増大し、アノードオフガスの排出効率を高めることが好ましい。

【0027】開デューティとポンプ出力との関係について説明する。ポンプ26は、比較的低圧のアノードオフガスを効率的に循環および排出する機能を奏する。ポンプ26の出力低下時には、循環および排出の効率が低下し、燃料電池10の排出口21b近傍（図1の領域A）で窒素および水蒸気の濃度が高くなる。かかる状態を回避するため、ポンプ26の出力低下時には、開デューティを増大させることにより、アノードオフガスの外部への排出量を多くすることが好ましい。

【0028】本実施例における開デューティのマップは、上述の考え方にに基づき設定されている。ここでは、ポンプ出力によって開デューティが5段階に変化するマップを例示したが、連続的に変化するものとしてもよい。逆に、空気流量に対して連続的に変化するマップを例示しているが、段階的に変化させてもよい。空気流量には依存しないマップとすることもできる。また、空気流量およびポンプ出力に対し線形的に変化する場合を例示しているが、非線形であっても構わない。本実施例では、マップを利用する場合を例示したが、マップに相当する設定値を、空気流量およびポンプ出力の関数で与えるものとしてもよい。

【0029】制御ユニット50は、ステップS15の処理によって設定された開デューティをシャット弁28が実現可能な状態にあるか否かを判定する（ステップS16）。開デューティの設定値を実現可能な場合には、設定値に基づきシャット弁28の開閉を制御する（ステップS17）。設定値を実現できない場合には、燃料電池10の運転を停止する（ステップS18）。かかる場合には、窒素および水蒸気の濃度が高くなり、燃料電池10の運転効率が低下するとともに、結露により燃料電池10の寿命を縮める可能性があるからである。

【0030】C. 効果：以上で説明した本実施例の燃料電池システムによれば、循環用のポンプ26の出力に応

10

20

30

40

50

じてシャット弁28の開デューティを制御することにより、ポンプ26の出力低下時でも燃料電池10の運転効率の低下を抑制することができる。

【0031】D. 変形例：本発明の燃料電池システムは、種々の装置の動力源に適用可能である。例えば、本発明は、移動体の動力源として構成することができる。

【0032】本発明では、ポンプ出力の他、空気流量に応じて開デューティを制御する場合を例示した。この制御には、空気流量に代えて、アノードオフガス中に含まれる窒素および水蒸気量に関連する種々のパラメータを用いることができる。利用可能なパラメータとしては、例えば、燃料電池に対する発電要求、カソードまたはアノードに供給されるガスの圧力、カソードまたはアノードから排出されるガスの流量または圧力などが挙げられる。

【0033】本実施例では、アノードオフガスは、シャット弁28から外気に排出される場合を例示した。本発明は、水素は引火性を有するため、排出前にアノードオフガス中の水素を酸化処理または燃焼する機構を設けても良い。

【0034】本発明は、水素タンクから水素を供給するシステムのみならず、改質によって水素を生成するシステムに利用することもできる。

【0035】以上、本発明の種々の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成を採ることができることはいうまでもない。例えば、以上の制御処理はソフト*

*ウェアで実現する他、ハードウェア的に実現するものとしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例としての燃料電池システムの概略構成を示す説明図である。

【図2】燃料電池運転制御処理のフローチャートである。

【図3】開デューティを与えるマップ例を示す説明図である。

10…燃料電池

11a…供給口

11b…排出口

12a…供給口

12b…排出口

13…電解質膜

20…水素タンク

21…バルブ

22、23…レギュレータ

25…逆止弁

26…ポンプ

27…凝縮器

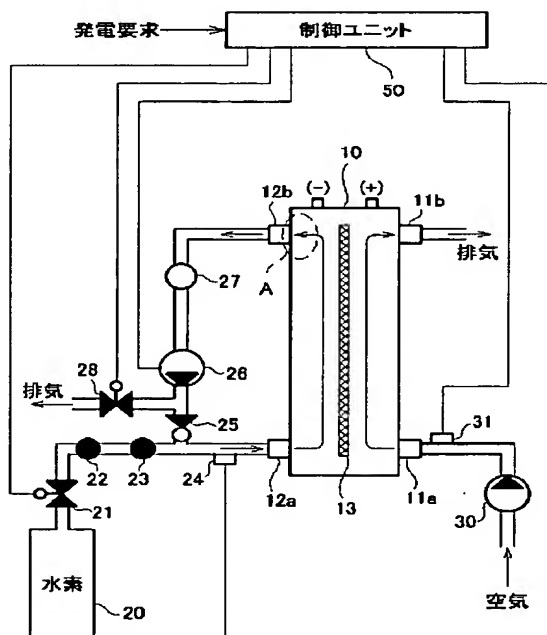
28…シャット弁

30…ポンプ

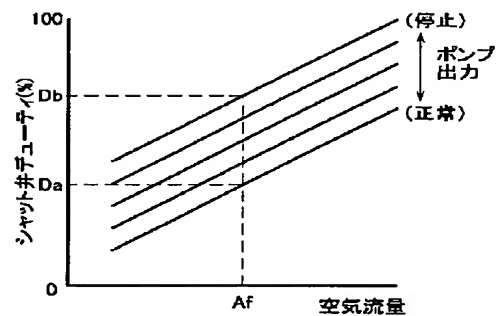
24、31…流量センサ

50…制御ユニット

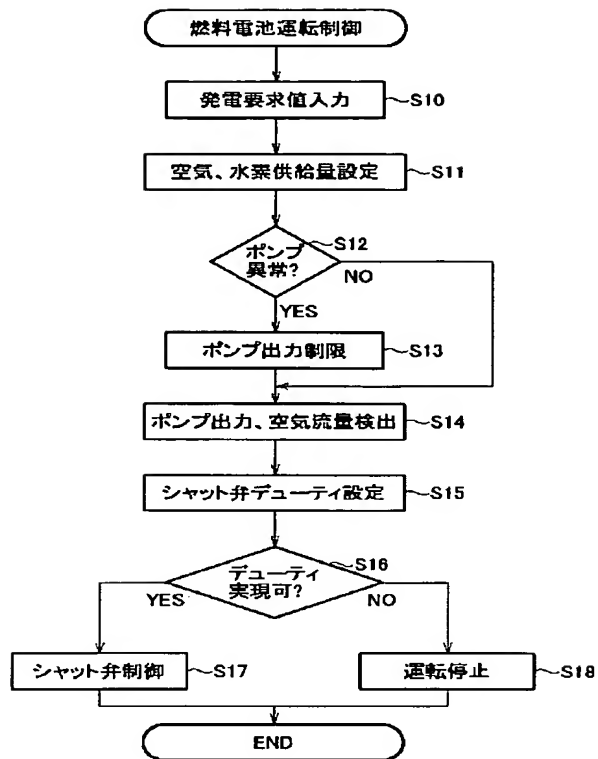
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 古藤 隆志
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 水野 秀昭
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 5H026 AA06
5H027 AA06 BA01 BA13 BA19 KK05
KK25 KK26 KK52 MM08

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.